



Review Aplikasi Bioenergi pada Sektor Industri di Indonesia

Bargumono¹ dan Adi Ilcham²

¹ Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, UPN "Veteran" Yogyakarta

² Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, UPN "Veteran" Yogyakarta

Jl. Lingkar Utara Condong Catur Yogyakarta

adi_ilcham@yahoo.com

Abstract

The depletion of fossil-based energy in domestic and the world causes the world price of fossil fuel is mounting. To reduce the dependence on fossil energy sources, it is need to look for other sources. In Indonesia sources of non-fossil energy such as wind, water, waves, sunlight and so forth are available. The sources have a great potential for substituting the fossil-based energy. In addition, agricultural and forest materials or biomass can be an alternative to reduce energy dependence on fossil resources. In 2007, Indonesia's industrial sector has been using diesel oil as much as 1.75 million kL. With Indonesia's agricultural production capability available today, it can be estimated that agricultural production will be able to meet the needs of diesel oil in the industrial sector. Using current technology the biomass feedstock could beconverted into biodiesel or bioetanol. In this study, estimates based on the amount of corn produced in a year. As a conclusion, the agriculture products could provide bioenergy for the need of industies. However, the problem that may need to be studied further is that agricultural products or forest products became seizure between people who need food and energy. Therefore, we need the role of government intervention to regulate the proportion between food and energy needs.

Keywords: fossil based energy, diesel oil

I. Pendahuluan

Menipisnya bahan bakar fosil menjadi keprihatinan penduduk dunia. Bagaimana menyediakan kebutuhan energi dengan biaya murah, praktis, dan mudah sangat dinantikan jawabannya oleh pemerintah di berbagai negara.

Berkurangnya energi dari bahan bakar fosil harus segera dicari jalan keluarnya. Ada beberapa sumber yang dapat digunakan untuk menyediakan energi alternatif selain bahan bakar fosil. Di antaranya adalah angin, matahari, air, nuklir, gelombang laut dan sebagainya. Selain itu masih ada satu lagi sumber yang bisa dimanfaatkan sebagai penghasil energi yaitu produk-produk pertanian.

Saat ini produk-produk pertanian menjadi salah satu bidang kajian untuk menyediakan energi bagi kebutuhan manusia. Sifat kebaruannya menjadi sangat menarik untuk dikaji. Penyediaan energi dari produk-produk pertanian dikenal dengan istilah Bioenergi disebabkan produk-produk pertanian terdiri dari sejumlah besar bahan-bahan organik.

Dilaporkan oleh IEA bahwa jumlah energi yang dipasok oleh energi terbarukan berjumlah

11% dari kebutuhan energi utama dunia (McNeely, 2010).

Tulisan berikut ditujukan untuk mengkaji sejauh mana potensi produk-produk pertanian dapat digunakan sebagai salah satu sumber penghasil energi di dunia industri. Selain itu disinggung pula keuntungan bagi masyarakat apabila sistem bionergi dapat diaplikasikan.

II. Prediksi-prediksi kebutuhan energi Industri

Secara umum pemakai energi dapat dibagi ke dalam enam kelompok pemakai yang terdiri dari pemerintah, rumah tangga, komersial, industri besar, sedang, dan transportasi. Untuk memperkirakan besarnya energi yang digunakan oleh dunia industri Indonesia pertama-tama dapat dilihat dari data penggunaan energi listrik yang dilaporkan Perusahaan Listrik Negara (PLN). Sebagai gambaran, berdasar data PLN 2004 jumlah industri yang menggunakan listrik sebanyak 46,3 ribu industri (0,14%) dari seluruh pengguna listrik (Furkon, tanpa tahun). Data ESDM 2008 melaporkan jumlah energi yang dipakai industri dari tahun 2000 sampai 2006 rata-rata sebanyak 41%

dari seluruh energi yang digunakan atau sebanyak 33.000 GWh (Report, 2008).

Secara kuantitatif, pada tahun 2007 sektor industri ditaksir telah menggunakan bahan bakar minyak diesel sebanyak 8827 ribu kL dan biodiesel sebanyak 1,75 juta kL (Widodo dan Rahmarestia, 2008). Selain itu, Tim IPB melaporkan bahwa porsi pemakaian energi di industri kecil, sedang, dan besar sampai tahun 2005 mencapai 37% (Tim IPB). Diperkirakan proporsi penggunaan energi industri mencapai 14% pada tahun 2021 (Sugiyono dan Boedoyo).

Bila direncanakan adanya pemakaian sumber energi terbarukan untuk dunia industri maka perlu dikaji seberapa besar kemampun energi terbarukan mampu disediakan. Berdasar data-data perkiraan yang telah dipaparkan dapat dibuat sebuah prediksi apakah sumber-sumber energi terbarukan dapat mengatasi kebutuhan dunia industri di masa mendatang.

III. Potensi-Potensi Energi non Fossil

Indonesia memiliki sejumlah kekayaan yang jarang dimiliki oleh negara lain. Kekayaan itu dapat dimanfaatkan untuk menyediakan energi bagi rakyat Indonesia yang jumlahnya terus meningkat. Ada beberapa kekayaan Indonesia yang berpotensi sebagai penghasil energi non fosil. Berikut disajikan potensi-potensi energi non-fosil yang belum dimanfaatkan secara maksimal. Besarnya potensi energi terbarukan itu tergambar dalam Tabel 1 (Pratomo, 2005).

Tabel 1. Beberapa potensi sumber energi di Indonesia.

Sumber Energi	Kapasitas	Terpasang, MW
Tenaga Hidro	75,67 GW	4200
Geotermal	27 GW	807
Mini/mikrohidro	0,5 GW	84
Biomassa	49,81 GW	445
Energi matahari	4,8 kWh/m ² /hari	8
Energi angin	3-6 m/detik	0,6

Selain itu, kekayaan pertanian maupun tanaman Indonesia juga dapat dimanfaatkan sebagai sumber penyedia energi. Banyak tanaman di Indonesia menyimpan potensi sebagai penghasil energi. Dalam sebuah seminar, menristek saat itu, Kadiman, mengatakan bahwa Indonesia memiliki

sekitar 60 jenis tanaman yang berpotensi dijadikan bioenergi (Berita Puspitek).

IV. Bioenergi sebagai Alternatif

Penggunaan produk-produk pertanian sebagai sumber energi telah memunculkan istilah bioenergi. Badan pangan dunia *The Food and Agriculture Organization* (FAO) mendefinisikan bioenergi (energibio) sebagai sebuah bentuk energi yang diperoleh dari bahan bakarbio, yaitu bahan bakar yang berasal dari biomassa (bahan-bahan yang awalnya tergolong benda hidup). FAO menggolongkan bahanbakarbio menjadi tiga bentuk yaitu padatan, cair, dan gas dengan sumber utamanya berasal dari hutan, produk-produk pertanian, dan bahan buangan berupa kayu dan sisa panen (Cushion et al., 2010).

Secara garis besar, energi yang diambil dari sumber-sumber terbarukan dapat dibagi ke dalam beberapa kelompok. Terdapat 11 subkatagori meliputi 6 bentuk energi yang berasal dari alam yang terdiri dari geotermal, kalor matahari, energi air, fotovolatik, gelombang pasang, dan angin serta 5 bentuk bahanbakar dari limbah yaitu limbah kota, limbah industri, biomassa padatan primer, biogas, dan bahanbakar cair (Cushion et al., 2007).

Di beberapa negara saat ini telah dibangun pembangkit energi dengan bahan bakar biomassa. Pada tahun 2006 menurut laporan IEA, pemakaian bahan bakarbio sebanyak 2% dari konsumsi biomassa dunia dan untuk sektor industri telah digunakan sebanyak 15,9% (McNeely, 2010). Dilaporkan sepertiga kebutuhan energi di dunia berkembang disediakan oleh biomassa. Sedangkan di negara-negara maju, biomassa memasok energi sebanyak 20% (Trenchard, 2010). Meskipun demikian, jumlah pemakaian energi biomassa di berbagai negara tidak diketahui secara pasti. Sebagai perkiraan dapat dilihat pada Tabel 2 (Cushion et al., 2010). Terlihat bahwa di negara-negara maju pemakaian biomassa sebagai pembangkit energi telah cukup banyak.

Dewasa ini, sebagai sebuah cara menghemat minyak bakar, etanol telah dicampur dengan minyak bakar untuk dijadikan bahan bakar. Etanol yang diperoleh dari tumbuhan dikenal dengan istilah bioetanol. Ada dua jenis campuran bioetanol-minyak bakar yaitu campuran 10% etanol dan 90% minyak bakar dikenal dengan nama E10 dan campuran 85% etanol dan 15% minyak bakar dikenal dengan E85 (Dermibas 2009).

Tabel 2. Jumlah Pembangkit Listrik dari Biomassa di beberapa negara

Negara	Jumlah Pembangkit energi menggunakan biomassa		Jenis biomassa yang digunakan			
	Dibakar bersama batubara	Biomassa murni	Limbah	Energi panen	Lainnya	Tak jelas
Afrika	0	0	0	0	0	0
Australia, Jepang, New Zeland,	8	4	11	0	2	0
Asia Pasifik dan Timur	4	2	6	0	4	0
Uni Eropa, Iceland, Norwegia, Switserland	97	35	83	1	67	15
Amerika Utara	40	33	51	4	18	7
Negara Maju	145	72	145	5	87	22
Negara Berkembang	4	8	11	0	5	0
Dunia	149	80	156	5	92	22

Dua tanaman utama penghasil bioetanol sebagai biodiesel adalah tanaman tebu dan jagung. Selain kedua tanaman itu, biodiesel yang merupakan sebuah bentuk bioenergi dapat juga diperoleh dari tiga sumber yaitu dari minyak makan, tanaman jarak, dan selulosa. Khusus alkohol dengan rantai lebih panjang, biodiesel, dan minyak yang berasal dari selulosa, sedang diteliti oleh ilmuwan di negara-negara maju (Cushion et al., 2007). Beberapa tanaman yang dapat menghasilkan bioethanol tertera pada Tabel 3 (Krimastuti, 2009).

Tabel 3. Beberapa tanaman untuk sumber etanol.

Tanaman Penghasil Bioetanol	Produksi (L/Ha/Th)
Aren	20.260
Tebu	6.500
Rerumputan	5.700
Singkong	4.500
Sagu	4.133
Jagung	3.100
Gandum	2.900
Nipah	2.500
Sorgum	2.000
Tetes tebu	973

Menggunakan bahan-bahan makanan untuk dijadikan bioenergi akan menyebabkan masalah pada ketersediaan bahan makanan penduduk. Bila diperhatikan dalam Tabel 3, rumput-rumputan memiliki potensi yang besar sehingga perlu dikaji lebih lanjut pemanfaatannya.

V. Proses Pembuatan bioenergi

Untuk memperoleh energi dari bahan-bahan biomassa dapat dilakukan dengan tiga cara. Pertama dilakukan dengan mengubah biomassa menjadi alkohol menggunakan proses biologis atau fermentasi. Kedua dengan proses termokimia. Ketiga dengan mengubah minyak nabati menjadi biodiesel. Cara paling umum adalah fermentasi. Hasil fermentasi berupa alkohol atau etanol. Proses pembuatan alkohol dengan fermentasi intinya sama dengan pembuatan berbagai jenis alkohol yang diminum orang, dan relatif sederhana karena gula dalam jagung mudah larut dalam air dan mikroorganisme mudah melakukan fermentasi (Greene et al., 2004).

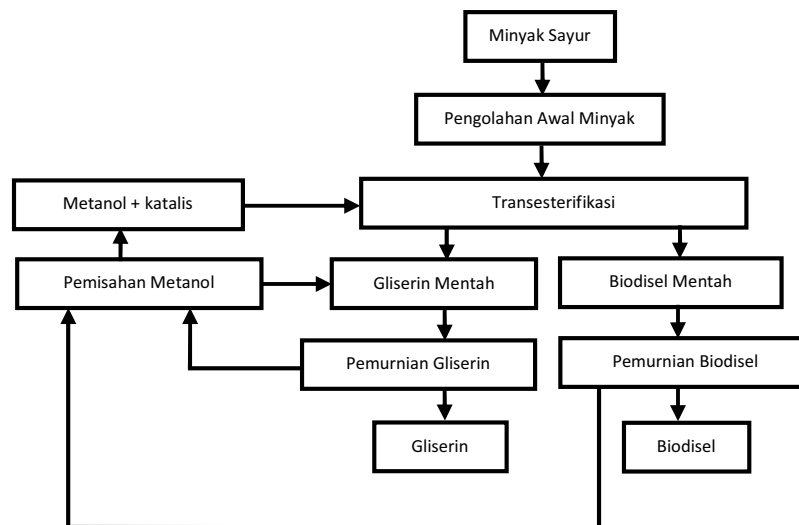
Bahan-bahan untuk membuat alkohol dengan cara fermentasi dapat dikelompokkan menjadi tiga: bahan-bahan yang menghasilkan gula seperti tebu, yang menghasilkan tepung seperti jagung atau ubi, dan bahan-bahan yang memiliki selulosa misalnya kayu, dan limbah pertanian misalnya bagas. Pembuatan etanol dari gula dan kanji sudah sangat populer dan teknologinya telah tersedia. Akan tetapi pembuatan etanol dari selulosa menggunakan hidrolisa asam maupun enzimatis sedang dalam penelitian dan pengembangan (Uriarte, 2010).

Proses termokimia dilakukan dengan membakar bahan biomassa. Hasil utama pembakaran ini berupa kalor. Kalor yang dihasilkan selanjutnya dapat diubah menjadi tenaga. Kukus dapat dibangkitkan menggunakan kalor hasil pembakaran dan selanjutnya dapat menghasilkan listrik.

Dalam bentuk biodiesel, perubahan minyak nabati menjadi biodiesel secara garis besar dapat dijelaskan sebagai berikut. Mula-mula minyak sayur atau minyak

nabati diproses terlebih dahulu sebelum direaksikan dalam reaktor. Proses pendahuluan dimaksudkan agar reaktan yang masuk reaktor telah memenuhi persyaratan-persyaratan tertentu untuk memudahkan proses berikutnya. Misalnya

keberadaan asam lemak bebas (free fatty acid, FFA) dalam minyak nabati sebaiknya dihilangkan terlebih dahulu agar proses pemisahan produknya menjadi lebih mudah. Gambar 2 menjelaskan secara skematis pembuatan biodiesel dari minyak nabati.



Gambar 2. Skematika pembuatan biodiesel (Goswami, 2008).

VI. Estimasi Bionergi untuk Industri

Meningkatnya harga minyak dunia akan membawa pengaruh pada pembiayaan dunia industri. Industri besar maupun kecil harus mengeluarkan biaya tambahan untuk setiap peningkatan harga bahan bakar fosil. Sebuah alternatif yang berguna untuk mengurangi dampak kenaikan harga minyak adalah dengan mengganti bahan bakar fosil dengan bahan bakarbio. Seberapa besar kemampuan penyediaan bahan bakarbio menjadi sebuah pertanyaan yang menarik untuk dikaji.

Sebagai sebuah gambaran dilihat kasus pembuatan bioethanol. Secara teoritis dari setiap gram biomassa akan dihasilkan sebanyak 0,5 g. Dengan jumlah sebanyak ini akan dihemat energi sebanyak 90% (Demirbas, 2009). Sebuah laporan menyebutkan bahwa badan pemerintah Amerika, National Academics of Sciences (NAS), telah membuat perkiraan pemakaian bioetanol sebagai sumber energi. Di tahun 2005 NAS menyimpulkan bahwa menggunakan semua jagung dan kacang-kacangan pada tahun itu hanya mampu mengganti 12% minyak bakar dan hanya 6% mengganti minyak diesel (Eide, 2008).

Untuk kasus Indonesia perhitungan kemampuan bioenergi dapat pula dilakukan. Di tahun 2009 dilaporkan bahwa produksi jagung sebesar 17,6 juta ton (BPS). Bila dimisalkan semua jagung tahun 2009 diubah menjadi bioethanol akan diperoleh kira-kira 8800 juta kg bioethanol. Dengan asumsi rapat massa bioethanol 0,8 g/mL (0,8 kg/L) akan didapat bioethanol sejumlah 11000 juta liter (11 juta kL). Dengan jumlah bioetanol yang banyak ini maka pasokan kebutuhan untuk dunia Industri Indonesia sebanyak 9645 kL diperkirakan bisa dipenuhi. Bila dianggap produksi jagung sebagian digunakan untuk bahan pangan maka ini pun diperkirakan masih cukup untuk menyediakan bioethanol untuk industri kecil

VII. Keuntungan menggunakan bioenergi

Penggunaan sistem bioenergi akan memacu tumbuhnya industri bahan bakarbio. Dengan dibangunnya tempat pemrosesan hasil tanaman, transportasi dan pemasaran hasil-hasil tanaman untuk keperluan bahan bakarbio terutama di daerah rural, maka peluang bisnis terbuka lebar bagi petani dan pengusaha kecil. Masyarakat rural dapat pula menarik keuntungan dengan membuat sabun, pupuk, pakan ternak dan sebagainya. Petani dan Pengusaha kecil memiliki peran menciptakan pasar bahab bakarbio, khususnya di daerah rural, dan menyediakan akses

energi modern untuk masyarakat sekitar yang belum terlayani.

Keuntungan lainnya yaitu pihak-pihak terkait dapat mendirikan pembangkit daya skala kecil di daerah rural dan harganya menjadi kompetitif ketika harga bahan bakar fosil melambung. Untuk melahirkan pengusaha-pengusaha kecil bidang bioenergi yang lebih banyak, maka dibutuhkan upaya-upaya mengurangi biaya pembuatan dan meningkatkan efisiensi pembangkit daya. Dalam hal ini, peran pemerintah berupa kebijakan-kebijakan untuk mendukung terlaksananya penyediaan energi dengan cara ini sangatlah dibutuhkan (Dubois, 2009).

Dalam tinjauan lingkungan, penggunaan bahan bakarbio dapat mengurangi emisi pencemaran. Dilaporkan bahwa emisi CO₂ dari bahan bakarbio lebih rendah dibanding bahan bakarfosil dan nilainya mencapai 236 g/kWh (Saptoadi, 2011).

Ada beberapa kunci keberhasilan pemakaian bionergi (Keler, 2008) yaitu:

- *Ketersediaan*, bionergi harus memenuhi permintaan pengguna kapan dan di manapun.
- *Kelayakan*, negara harus mampu menghitung dengan tepat ketersediaan produk, bahan baku, penyimpanan dan distribusi bionergi itu sendiri serta kualitasnya.
- *Keamanan*, industri bioenergi dan distribusi produknya harus aman dari kegiatan-kegiatan yang merintanginya.
- *Umur pakai*, industri bioenergi harus mampu menyesuaikan dengan perubahan alam dan teknologi dalam sistem pemrosesannya (misalnya musim kering atau kemacetan transportasi).
- *Dampak*, suplai bioenergi harus mampu menjaga kelestarian lingkungan, ekonomis, dan sosial.

Untuk menjamin kelancaran produksi bionergi dibutuhkan peran pemerintah sebagai pihak yang punya wewenang mengatur area-area bahan baku serta tempat pemrosesannya. Pemerintah dapat pula bertindak sebagai pembina usaha-usaha penghasil energi karena sifat industri ini yang tergolong kecil.

Mengingat besarnya peluang bioenergi di Indonesia seseorang bisa menanamkan investasi dengan perkiraan biaya sebagai berikut. Biaya pembuatan biodisel dari crude palm oil (CPO) sekitar Rp. 1.500 per liter untuk setiap pabrik dengan kapasitas produksi 500 ton per tahun, dan Rp. 550 per liter untuk pabrik dengan kapasitas 120,000 ton per tahun. Dengan asumsi bahwa rapat massa minyak 0,8 g/mL, harga CPO menjadi Rp. 3.800 per liter dan harga biodisel antara Rp. 4.300 sampai Rp. 5.300 per liter (Widodo dan Rahrestia, 2008).

VIII. Kesimpulan

Penggunaan bahan bakarbio untuk dunia industri sangat memungkinkan. Dengan jumlah produksi tanam-tanaman di Indonesia yang sangat banyak, konversi secara masif tanam-tanaman menjadi bahan bakarbio dapat terlaksana. Dibutuhkan peran pemerintah untuk menata sistem konversi ini karena bahan bakarbio akan bersaing dengan kuantitas pangan yang tersedia. Persoalan peningkatan jumlah penduduk, kebutuhan pangan, dan kebutuhan bahan bakar harus diselesaikan secara proporsional. Keseimbangan antar pakan dan bahan bakar perlu dijaga untuk menjamin keberlangsungan kehidupan umat manusia.

Pustaka

A. Goswami, 2008, AN OVERVIEW OF BIODIESEL TRANSESTERIFICATION TECHNOLOGY IN INDIA Regional Forum on Bioenergy sector Development Challanges, Opportunities, and Way Forward, United Nations, Asian and Pacific Centre for Agricultural Engeneering and Machinery.

A. Sugiyono dan M. Sidik Boedoyo, tanpa tahun, Perubahan Pola Penggunaan Energi dan Perencanaan Penyediaan Energi, diakses dari <http://reocities.com/Athens/academy/1943/paper/p9902.pdf>

A.Demirbas, 2009, Biofules, Securing the Planet's Future Energy Needs, Springer, London p 118.

A.Eide, 2008, The Right to Food and the Impact of Liquid Biofuels (Agrofuels) Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome

A.Furkon, Gerakan Hemat Listrik yang Tepat, diakses dari <http://solusihemat.page.tl/Gerakan-Hemat-Listrik-yang-Tepat.htm>

O.Dubois, 2009, Small-Scale Production and Use of Liquid Biofuels in Sub-Saharan Africa: Perspectives for Sustainable Development, Energy and Transport United Nations, Department of Economic and Social Affairs Branch Division for Sustainable Development.

E. Cushion, A. Whitman, and G. Dieterle, 2010, Bioenergy Development, the World Bank.

F.A. Uriarte Jr, 2010, Biofuel from Plant Oil, ASEAN Foun-dation, Jakarta

F.S.H. Krimastuti, 2009, Sumber Daya Alam Hayati Penhasil Energi Alternatyif Bioethanol Berita Iptek, Tahun ke -47 Nomor 1, 2009

BPS, <http://www.bps.go.id/?news=755>

Berita Puspittek,
<http://www.puspiptek.info/?q=id/node/399>

H.Saptoadi, 2011, BAHAN BAKAR PADAT DARI BUMI INDONESIA UNTUK KEMANDIRIAN DAN KESEJAHTERAAN BANGSA, Pidato Pengukuhan Jabatan Guru Besar pada Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada.

J.A. McNeely, Bioenergy policies worldwide: managing risk and promoting opportunitie, the International Union for Conservation of Nature (IUCN), Bioenergy polices IUCN WII Jan 2010.

M. Keller, 2008, an integrated strategy to understand and overcome biomass recalcitrance—The BioEnergy Science Center.
<http://www.bioenergycenter.org/>

N. Greene, F.E. Celik, B. Dale, M. Jackson, K. Jayawardhana, H. Jin, E.D. Larson, M.Laser, L. Lynd, D. MacKenzie, J. Mark, J. McBride, S. McLaughlin, D.Saccardi, 2004, GROWING ENERGY *How Biofuels Can Help End America's Oil Dependence*, Natural Resources Defense Council (NRDC), USA.

Y.Pratomo, Implementation of Energy Efficiency Program in Indonesia, CTI Industry Joint Seminar, Beijing China, 2005.

R.Trenchard, 2010, The multifunctional Character of Agriculture and Land: the energy function.

Report, 2008, INDONESIA ENERGY STATISTICS, MINISTRY OF ENERGY AND MINERAL RESOURCES.

T.W. Widodo and E. Rahmarestia, 2008, CURRENT STATUS OF BIOENERGY DEVELOPMENT IN INDONESIA, Regional Forum on Bioenergy Sector Development: Challenges, Opportunities, and the Way Forward.

Tim Energi IPB, Konvergensi energi nasional untuk kedaulatan energi, perspektif perguruan tinggi, diakses dari
[http://iirc.ipb.ac.id/jspui/bitstream/123456789/6838/1/Persfective%20IPB%20Energy-new.pdf](http://iirc.ipb.ac.id/jspui/bitstream/123456789/6838/1/Persfpective%20IPB%20Energy-new.pdf)